

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengamatan

Hasil pengujian gerusan model sungai skala laboratorium dilaksanakan selama 3 jam dengan debit konstan 7,07 liter/detik, menghasilkan beberapa hasil gerusan yang terjadi pada menit-menit awal mengalami gerusan yang cukup besar dikarenakan kondisi aliran masih dalam keadaan belum stabil. Pada menit-menit akhir tidak mengalami gerusan atau bisa dianggap stabil karena gerusan sudah mencapai keseimbangan.

Dalam penelitian ini menggunakan 2 macam variasi pengujian yaitu *tetrapod* dan penyelaras arus bambu dengan dinding perkuatan berupa 2 formasi yaitu *tetrapod*-penyelaras arus bambu-*tetrapod* (FP1) dan penyelaras arus bambu-*tetrapod*-penyelaras arus bambu (FP2). Pemasangan perkuatan *tetrapod* dipasang dengan sudut sebesar 45^0 dan perkuatan penyelaras arus bambu dengan sudut 90^0 serta mempunyai jarak antar perkuatan sebesar 51cm.

Hasil dari pengujian sebagai pengaruh akibat pemasangan variasi sudut *tetrapod* pada belokan sungai diamati dari awal belokan sampai dengan akhir belokan setelah *running*. Pengujian skala laboratorium dilakukan pada tanggal 25 Januari 2019–15 April 2019 memberikan hasil sebagai berikut :

1. Pemasangan kombinasi pertama (FP1) terdiri atas 3 *tetrapod* - 4 penyelaras arus bambu - 3 *tetrapod*.



Gambar 42. Kondisi Awal Belokan Sungai Variasi Pertama
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Pada FP1 awal belokan, gerusan dibagi menjadi 3 zona yaitu zona awal terdiri atas stasiun 0 sampai stasiun 6, zona tengah stasiun 7 sampai stasiun 17 dan zona akhir stasiun 18 sampai stasiun 24. Gerusan terlihat cukup besar pada tebing sepanjang aliran model sungai yang menggunakan perkuatan *tetrapod*. Sedangkan gerusan pada dasar model sungai terlihat pasir dasar habis hanyut oleh air.



Gambar 43. Kondisi Tengah Belokan Sungai Variasi Pertama
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Dari Gambar 43, dapat dilihat posisi tengah belokan dengan perkuatan FP1 rata-rata gerusan sedang dan merata pada sisi luar belokan model sungai

sedangkan pada tebing sisi bagian dalam tidak terjadi gerusan, akan tetapi terjadi sedikit pengendapan.



Gambar 44. Kondisi Akhir Belokan Sungai Variasi Pertama
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Pada bagian akhir belokan FP1 rata-rata mengalami sedikit gerusan pada tebing bagian luar model sungai sedangkan pada dasar model sungai perkuatan *tetrapod* pertama mengalami gerusan yang cukup dalam.

2. Pemasangan kombinasi kedua (FP2) terdiri atas 3 penyelaras arus bambu - 4 *tetrapod* - 3 penyelaras arus bambu.



Gambar 45. Kondisi Awal Belokan Sungai Variasi Kedua
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Pada FP2 posisi awal belokan, rata-rata gerusan terlihat cukup besar pada tebing bagian luar sepanjang aliran model sungai yang menggunakan

perkuatan penyalaras arus bambu. Sedangkan gerusan pada dasar model sungai terlihat pasir dasar habis hanyut oleh air.



Gambar 46. Kondisi Tengah Belokan Sungai Variasi Kedua
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Dari Gambar 46, pada perkuatan FP2 dapat dilihat bahwa posisi tengah belokan dengan perkuatan *tetrapod* terjadi gerusan sedang dan merata pada sisi luar belokan model sungai sedangkan pada tebing sisi dalam terjadi sedikit pengendapan



Gambar 47. Kondisi Akhir Belokan Sungai Variasi Kedua
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Pada bagian akhir belokan FP2 menggunakan perkuatan penyalaras arus bambu mengalami sedikit gerusan pada tebing bagian luar model

sungai sedangkan pada dasar sungai perkuatan penyelaras arus bambu mengalami gerusan yang stabil.

B. Pengolahan Data

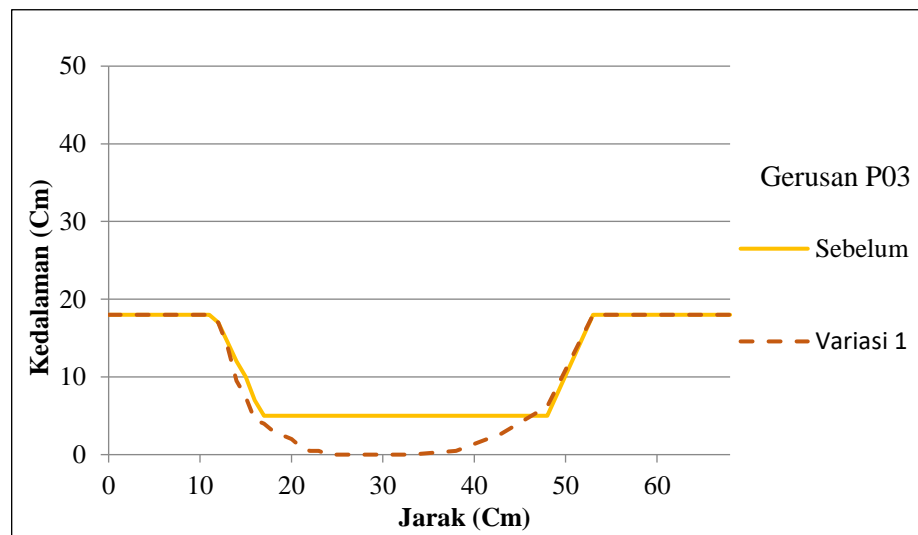
Seperti yang telah ditulis dalam tujuan masalah membahas tentang pengaruh variasi pemasangan penyelaras arus bambu dengan krib untuk mengurangi gerusan dengan jarak, kedalaman aliran dan debit yang sama. Pada pengujian gerusan model sungai skala laboratorium dengan kombinasi perekuatan FP1 dan FP2 menghasilkan gerusan maksimum sebagai berikut:

1. Grafik melintang kedalaman gerusan

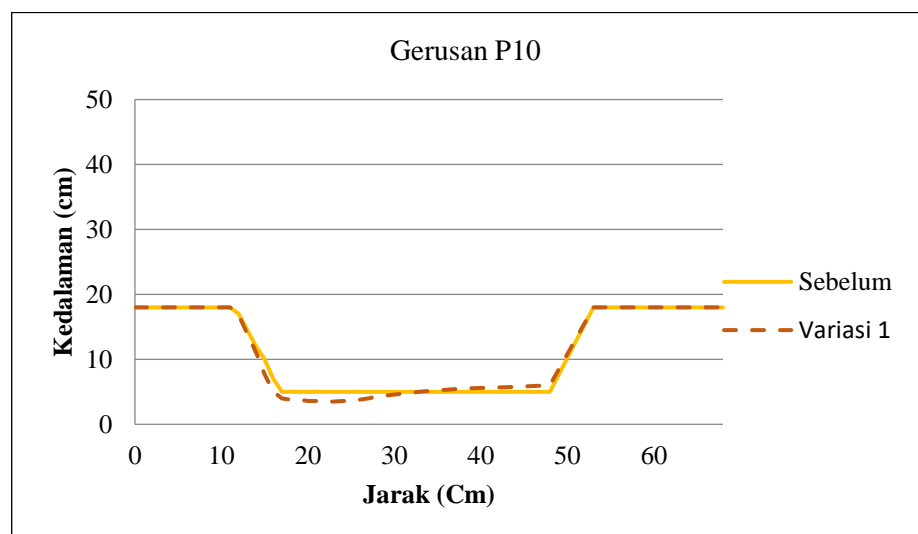
Berdasarkan hasil pengujian skala laboratorium didapatkan kontur pada belokan sungai setelah dilakukan *running*. Kontur belokan model sungai diukur menggunakan *distometer* kemudian data diolah dengan *Microsoft excel*. Kemudian dibuat grafik penampang melintang pada setiap stasiun (sta). Jumlah stasiun pada pengujian ini sebanyak 25 titik dengan jarak ± 24 cm untuk setiap stasiun. Penamaan stasiun dimulai dengan P00 pada hulu model sungai hingga P24 pada hilir model sungai dengan pembagian 3 zona yaitu zona awal terdiri atas stasiun 0 sampai stasiun 6, zona tengah stasiun 7 sampai stasiun 17 dan zona akhir stasiun 18 sampai stasiun 24. Titik peninjauan diambil dari titik stasiun P03, P10, dan P21 dengan pertimbangan bahwa stasiun tersebut telah terdampak dari variasi yang dipasang.

a. FP1 (*tetrapod* penyelaras arus bambu *tetrapod*)

Gambar 48 menunjukkan gerusan dan endapan yang terjadi pada awal belokan stasiun P03. Pada dasar model sungai terjadi gerusan maksimum sedalam -5 cm pada sisi bagian luar dan terjadi pengendapan sebesar +1,8 cm pada sisi bagian dalam. Sisi tebing bagian luar pada model sungai mengalami gerusan sedalam -2,6 cm. untuk gerusan minimum pada tebing bagian luar belokan sebesar -0,6 cm.



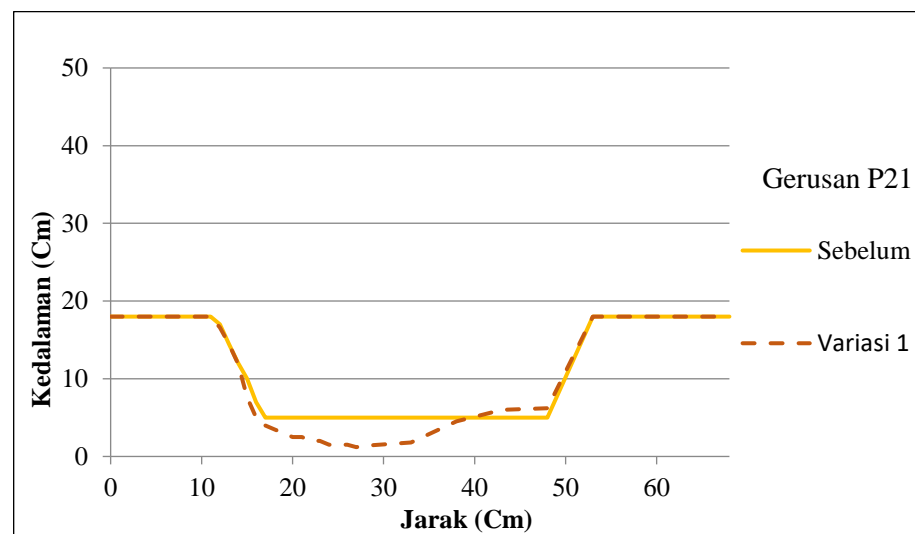
Gambar 48. Grafik P03 FP1



Gambar 49. Grafik P10 FP1

Umumnya grafik melintang pada tengah model sungai memiliki kecenderungan kemiripan yang sama, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 49. Dari Gambar 49 dapat diambil pada stasiun P03 yang memiliki gerusan maksimum pada tengah belokan, untuk selebihnya dapat dilihat pada lampiran.

Pada dasar model sungai stasiun P10 terjadi gerusan yang dalam sebesar -1 cm pada sisi luar, untuk sisi dalam terjadi endapan sebesar +1 cm. Gerusan pada sisi tebing bagian luar model sungai terjadi pada stasiun P10 sebesar -2,3 cm, untuk tebing dalam model sungai tidak terjadi gerusan.

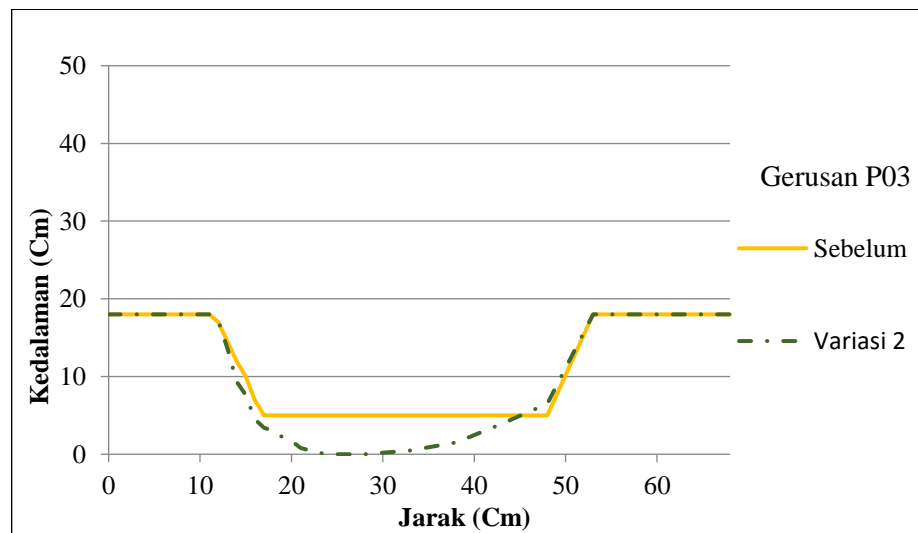


Gambar 50. Grafik P21 FP1

Pada Gambar 50, gerusan maksimum yang terjadi pada dasar model sungai P21 sebesar -4 cm, sedangkan pada sisi dalam terdapat endapan sebesar +1,2 cm. Tebing sisi luar model sungai mengalami gerusan sebesar -2,4 cm. Sedangkan pada tebing sisi bagian dalam tidak mengalami gerusan.

b. FP2

Gambar 51 menunjukkan gerusan dan endapan yang terjadi pada awal belokan stasiun P03. Pada dasar model sungai terjadi gerusan sedalam -5 cm dan terjadi pengendapan sebesar 1,5 cm. Sisi tebing bagian luar pada model sungai menunjukkan adanya longsor akibat gerusan sebesar -2,4 cm. Sedangkan pada tebing luar tidak mengalami kelongsoran. Gambar grafik lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran.

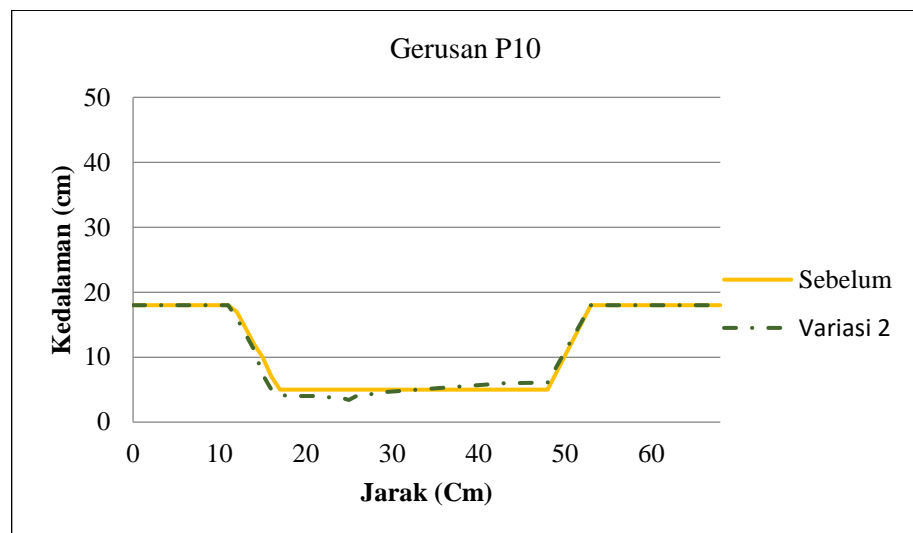


Gambar 51. Grafik P03 FP2

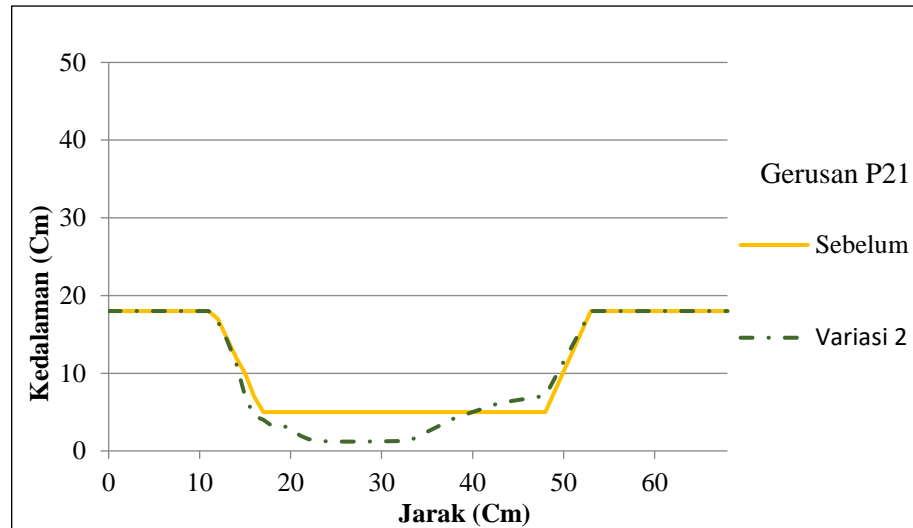
Umumnya grafik melintang pada tengah model sungai memiliki kecenderungan kemiripan yang sama, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 51. Dari gambar grafik tersebut diambil pada stasiun P03 yang memiliki gerusan maksimum pada tengah belokan, untuk selebihnya dapat dilihat pada lampiran.

Pada dasar model sungai stasiun P10 terjadi gerusan sebesar -0,8cm pada sisi luar, untuk sisi dalam terjadi endapan sebesar +1,1

cm. Longsoran pada sisi tebing bagian luar model sungai terjadi pada stasiun P10 sebesar -0,9cm. Untuk tebing dalam model sungai tidak terjadi gerusan.



Gambar 52. Grafik P10 FP2



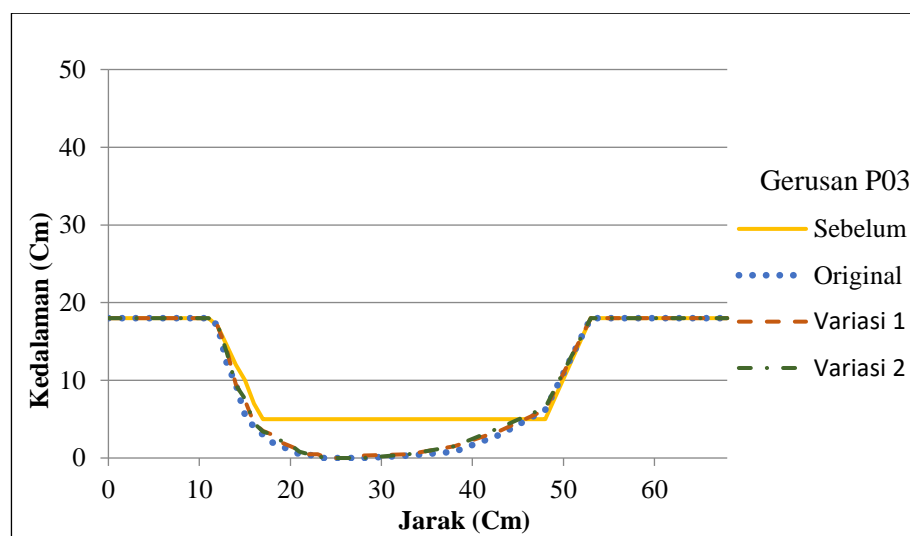
Gambar 53. Grafik P21 FP2

Pada Gambar 53, gerusan yang terjadi pada dasar model sungai P21 sebesar -4,8 cm. Sedangkan sisi dalam terdapat endapan sebesar +2,1 cm. Pada tebing sisi luar model sungai mengalami longsoran

sebesar -3 cm. Sedangkan pada tebing sisi bagian dalam tidak mengalami longsor.

2. Grafik Perbandingan

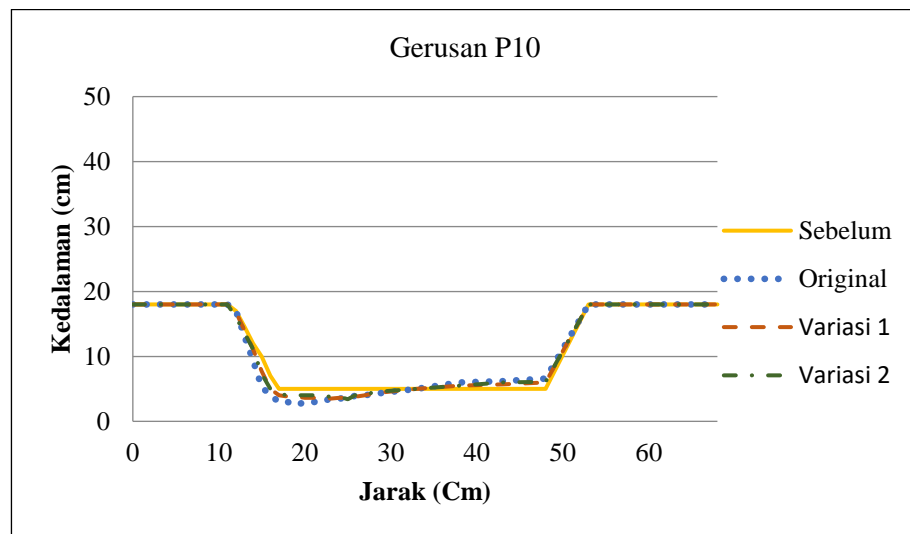
Pada Gambar 54 memberikan hasil analisis perbandingan pemasangan FP1, FP2, dan TP. Dalam Gambar 40 menunjukkan bahwa FP1 dan FP2 memberikan dampak gerusan yang cenderung sama.



Gambar 54. Grafik P03 Perbandingan FP1, FP2 dan TP

Dari Gambar 54, pada awal belokan FP1 STA P03 bagian dasar sungai mengalami sedimentasi sebesar +1,8 cm sehingga dasar model sungai berubah ketebalan dari kondisi awal 5 cm menjadi 5,8 cm. Gerusan maksimum yang terjadi pada dasar sungai sebesar -5 cm sehingga pasir dalam model sungai habis hanyut tersapu air. Sedangkan pada bagian tebing luar belokan mengalami gerusan maksimum sebesar -2,6 cm, untuk gerusan minimum pada tebing luar belokan sebesar -0,6 cm. Pada awal belokan FP2 pada bagian dasar model sungai mengalami gerusan maksimum sebesar -5 cm sehingga pasir dalam model sungai habis hanyut

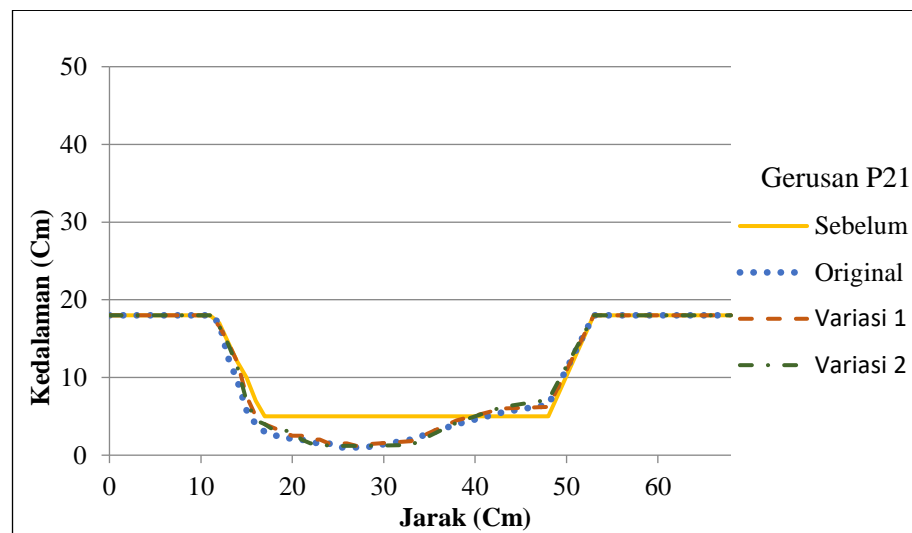
tersapu air. Gerusan minimum yang terjadi di dasar model sungai sebesar -1 cm sehingga dasar model sungai berubah ketebalan dari kondisi awal 5 cm menjadi 4 cm. Sedangkan pada bagian tebing luar belokan mengalami gerusan maksimum sebesar -2,4 cm dan gerusan minimum pada tebing sebesar -0,6 cm.



Gambar 55. Grafik P10 Perbandingan FP1, FP2 dan TP

Dari Gambar 55, Pada tengah belokan FP1 STA P10 bagian dasar model sungai mengalami sedimentasi sebesar +1 cm sehingga dasar model sungai berubah ketebalan dari kondisi awal 5 cm menjadi 6 cm. Gerusan yang terjadi pada dasar model sungai sebesar -1 cm sehingga dasar model sungai berubah ketebalan dari kondisi awal 5 cm menjadi 4 cm. Sedangkan bagian tebing luar belokan mengalami gerusan maksimum sebesar -2,3 cm. Pada tengah belokan FP2 bagian dasar model sungai mengalami gerusan maksimum sebesar -0,8 cm sehingga dasar model sungai berubah ketebalan dari kondisi awal 5 cm menjadi 4,2cm. Gerusan minimum yang terjadi di dasar model sungai sebesar -1 cm sehingga dasar model sungai

berubah ketebalan dari kondisi awal 5 cm menjadi 4 cm. Sedangkan pada bagian tebing luar belokan FP2 model sungai mengalami gerusan maksimum sebesar -0,9 cm.



Gambar 56. Grafik Perbandingan FP1, FP2 dan TP

Dari Gambar 56, pada akhir belokan FP1 STA P21 bagian dasar sungai mengalami gerusan sebesar -4 cm sehingga dasar model sungai berubah ketebalan dari kondisi awal 5 cm menjadi 1 cm. Pada bagian tengah dasar model sungai mengalami sedimentasi sebesar +1,2 cm sehingga dasar model sungai berubah ketebalan dari kondisi awal 5 cm menjadi 6,2 cm. Sedangkan pada bagian tebing luar belokan mengalami gerusan maksimum sebesar -2,4 cm. Pada akhir belokan FP2 bagian dasar model sungai mengalami gerusan maksimum sebesar -4,8 cm sehingga dasar model sungai berubah ketebalan dari kondisi awal 5 cm menjadi 0,2 cm. Gerusan minimum yang terjadi di dasar model sungai sebesar -1 cm sehingga dasar model sungai berubah ketebalan dari kondisi awal 5 cm

menjadi 4 cm. Sedangkan bagian tebing luar belokan mengalami gerusan maksimum sebesar -3 cm.

C. Pembahasan

1. Perbandingan Perkuatan

Untuk mempermudah pembacaan dari hasil penelitian, maka disajikan dalam Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Penelitian

No	Pemasangan	STA	Gerusan (cm)		Penurunan (cm)		Persen (%)	
			Dasar	Tebing	Dasar	Tebing	Dasar	Tebing
1	Tanpa Perkuatan (TP)	STA 03	-5	-4,5	0	0	100	100
		STA 10	-2,5	-4,7	0	0	100	100
		STA 21	-4	-4,2	0	0	100	100
2	<i>Tetrapod</i> Penyelaras Arus Bambu <i>Tetrapod</i> (FP1)	STA 03	-5	-2,6	-5	-1,9	100	42,2
		STA 10	-1,5	-2,3	-1	-,4	40	51,1
		STA 21	-3,8	-2,4	-0,2	-1,8	5	42,9
3	Penyelaras Arus Bambu <i>Tetrapod</i> Penyelaras Arus Bambu (FP2)	STA 03	-5	-2,4	-5	-2,1	100	46,7
		STA 10	-1,6	-2,7	-0,9	-2	36	42,6
		STA 21	-3,8	-3	-0,2	-1,2	5	28,6

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada FP1 terjadi penurunan gerusan, untuk STA 03 TP gerusan terjadi sebesar -5 cm setelah diberi perkuatan FP1 menjadi -5 cm atau terjadi penurunan sebesar 100 %,

sedangkan untuk tebing model sungai dimana saat TP gerusan sebesar -4,5 cm setelah diberi perkuatan FP1 menjadi -2,6 cm yang berarti penurunan gerusan yang terjadi sebesar -1,9 cm atau sebesar 42,2%. Untuk STA 10 terjadi penurunan dari yang semula TP sebesar -2,5 cm setelah diberi perkuatan menjadi -1,5 cm yang berarti penurunan gerusan yang terjadi sebesar -1 cm atau terjadi penurunan sebesar 40% dan untuk penurunan pada tebing dari -4,7 cm saat TP menjadi -2,3 cm atau sebesar 51,1%. Begitu pula untuk STA 21 penurunan terjadi sebesar -4 cm setelah diberi perkuatan FP1 menjadi -3,8 cm atau terjadi penurunan sebesar 5%. Untuk tebing model sungai gerusan terjadi sebesar -4,2 cm menjadi -2,4 cm atau sebesar 42,9%.

Dari tabel 2 dapat kita ketahui bahwa pada FP2 terjadi penurunan gerusan, untuk STA 03 dari TP gerusan terjadi sebesar -5 cm setelah diberi perkuatan FP1 menjadi -5 cm atau terjadi penurunan sebesar 100 % sedangkan untuk dinding model sungai gerusan pada TP sebesar -4,5 cm setelah diberi perkuatan FP2 menjadi -2,4 cm yang berarti penurunan gerusan yang terjadi sebesar -2,1 cm atau sebesar 46,7%. Untuk STA 10 terjadi penurunan dari yang semula TP sebesar -2,5 cm setelah diberi perkuatan FP2 menjadi -1,6 cm yang berarti penurunan gerusan yang terjadi sebesar -0,9 cm atau terjadi penurunan sebesar 36% dan untuk penurunan pada tebing dari -4,7 cm saat TP menjadi -2,7 cm atau sebesar 42,6%. Begitu pula untuk STA 21 TP, gerusan yang terjadi sebesar -4 cm. Setelah diberi perkuatan FP2, gerusan menjadi -3,8 cm atau terjadi

penurunan sebesar 5%. Untuk tebing model sungai gerusan terjadi sebesar -4,2 cm menjadi -3 cm atau sebesar 28,6%.

Berdasar pada tabel 2 dapat dikatakan bahwa FP1 lebih efektif mengurangi gerusan dibanding FP2. Gerusan yang terjadi pada awal belokan FP1 dan FP2 pada STA 03 dan STA 21 terjadi gerusan yang sama sebesar 100%, dikarenakan pasir pada dasar model sungai hanyut habis tersapu oleh air. Sedangkan pada tengah belokan yaitu pada STA 10 perkuatan FP1 lebih efisien dibandingkan perkuatan FP2.

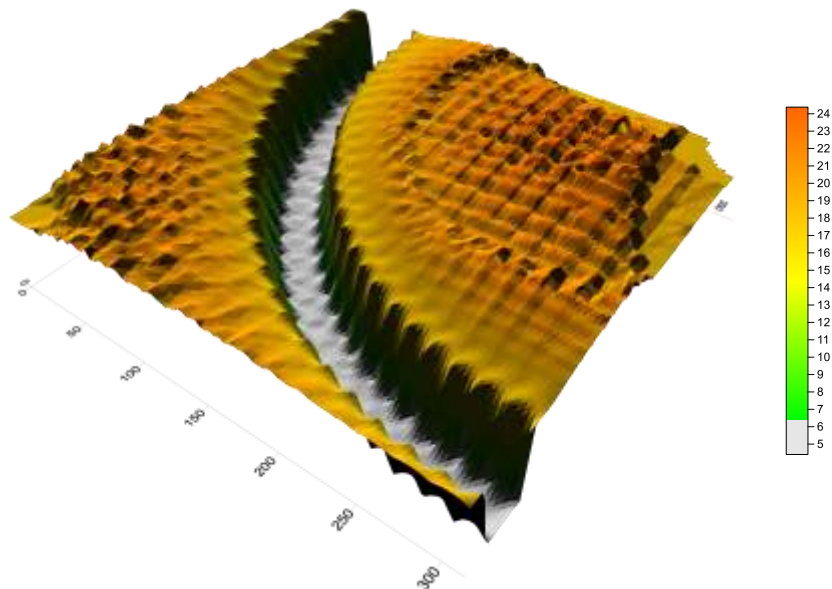
2. Kontur pola gerusan pada program *Surfer*

Setelah *running* selesai dilaksanakan selama 3 jam dengan air tanpa sedimen dan debit konstan, akan dihasilkan kontur model sungai dengan gerusan secara vertikal pada lapisan pasir serta gerusan berupa longsor yang terjadi pada dinding model sungai. Hasil kontur model sungai diukur kedalamannya menggunakan *distometer*. *Distometer* diletakkan pada motor *track* berskala dan digerakan secara melintang dengan skala penjarak yang telah dibuat pada motor. Pengukuran dengan *distometer* akan menghasilkan data Z pada sumbu 3 arah. Data Z akan menggambarkan kedalaman pada model sungai. Data sumbu X diambil dengan cara pengukuran pada titik ke-0 pada setiap stasiun. Data Y diambil dengan cara pengukuran pada titik ke-0 setiap stasiun. Pengukuran dilakukan dengan cara grafik kartasius dibuat tampak atas pada model sungai. Garis pada titik ke-0 setiap stasiun ditarik ke kiri untuk mendapatkan sumbu Y dan ke bawah untuk mendapatkan sumbu X.

Setelah data X, Y, dan Z didapatkan data diolah untuk dijadikan 3 dimensi dengan aplikasi *Surfer*.

a. FP1

Gambar kontur dan pola gerusan yang telah diuji dengan skala laboratorium pada tanggal 25 Januari 2019–15 April 2019 didapatkan hasil seperti pada Gambar 57.

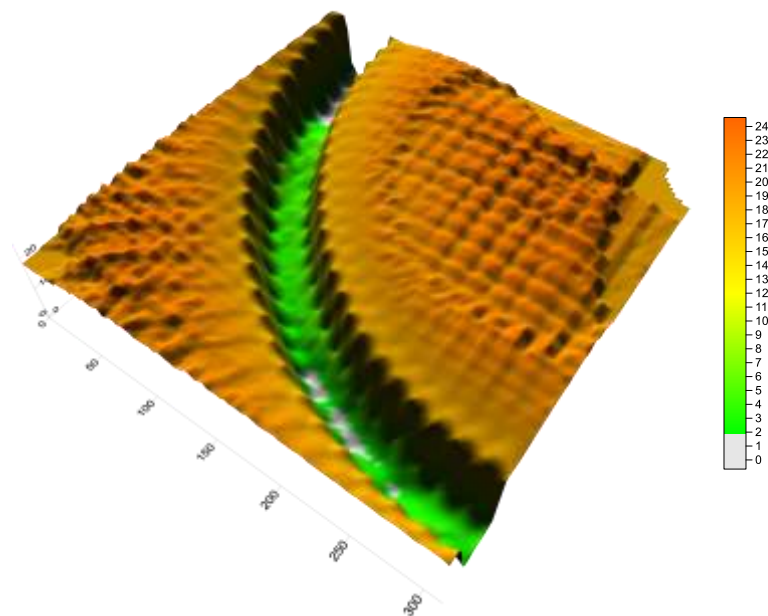


Gambar 57. Pola Kontur Tampak Atas FP1 Sebelum *Running*

Bentuk model sungai sebelum di *running* pada variasi 1 didapatkan ketinggian rata-rata dasar model sungai 5 cm dan ketinggian dinding model sungai 18 cm seperti pada Gambar 57. Setelah di ukur dan didapatkan data X, Y, dan Z model sungai *running* dengan waktu 3 jam, debit konstan, dan air tanpa sedimen sehingga didapatkan data setelah *running* seperti pada Gambar 58.

Material dasar sungai ditunjukkan dengan warna hijau muda. Gerusan terbesar ditunjukkan dengan warna hijau keputiihan.

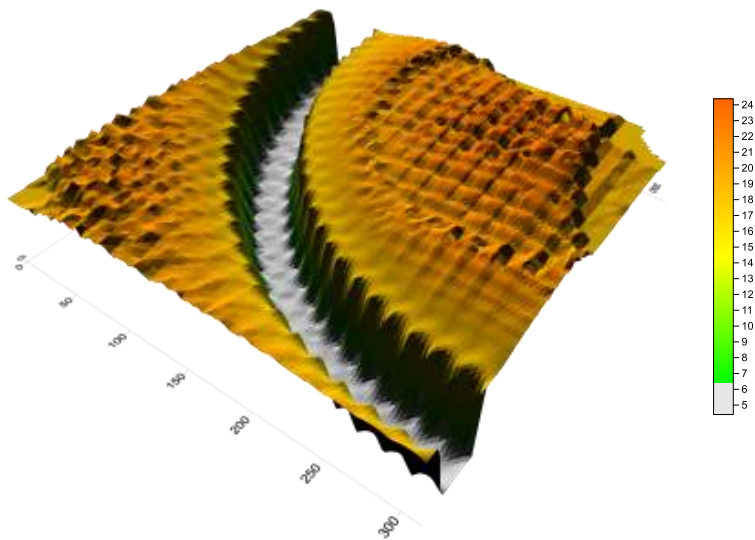
Pengendapan ditunjukkan dengan warna hijau. Material pengisi kontur 3 dimensi ditunjukkan dengan warna kuning. Gerusan dasar sungai mulai terjadi pada awal sampai model sungai ditunjukkan dengan warna hijau keputihan pada sisi luar dasar model sungai. Pengendapan terjadi pada sisi dalam dasar model sungai. Pengendapan dapat dilihat pada tengah model sungai menyambung sampai pada hulu model sungai dengan warna hijau.



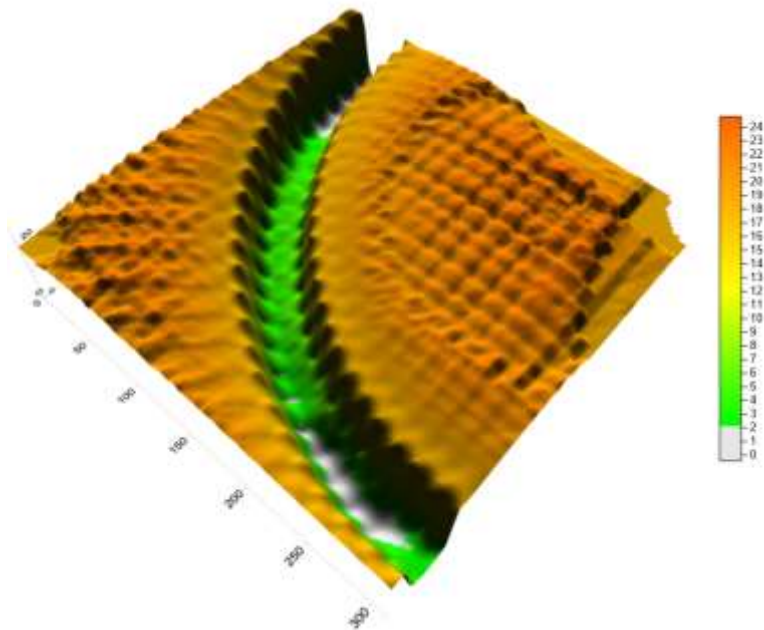
Gambar 58. Pola Kontur Tampak Atas FP1 Sesudah *Running*

b. FP2

Bentuk model sungai sebelum di *running* pada variasi 2 didapatkan ketinggian rata-rata dasar model sungai 5 cm dan ketinggian dinding model sungai 18 cm seperti pada Gambar 59. Setelah di ukur dan didapatkan data X, Y, dan Z model sungai *dirunning* dengan waktu 3 jam, debit konstan, dan air tanpa sedimen sehingga didapatkan data setelah *running* seperti pada Gambar 60.



Gambar 59. Pola Kontur Tampak Atas FP2 Sebelum *Running*



Gambar 60. Pola Kontur Tampak Atas FP2 Sesudah *Running*

Material dasar sungai ditunjukkan dengan warna hijau muda. Gerusan terbesar ditunjukkan dengan warna hijau keputihan. Pengendapan ditunjukkan dengan hijau. Material pengisi kontur 3 dimensi ditunjukkan dengan warna kuning tua pada dalam belokan dan kuning pada luar belokan . Gerusan dasar sungai mulai terjadi pada

awal sampai model sungai ditunjukan dengan warna hijau keputihan pada sisi luar dasar model sungai dan tersambung sampai hilir model sungai. Pengendapan terjadi pada sisi dalam dasar model sungai. Pengendapan dapat dilihat pada tengah model sungai menyambung sampai pada hulu model sungai dengan warna hijau.